

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

DI
Int. Cl.:

B 29 f, 1/08
G 05 d, 24/00

Deutsche Kl.:

39 a4, 1/08
42 r2, 24/00

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2 334 613

Aktenzeichen: P 23 34 613.6

Anmeldetag: 7. Juli 1973

Offenlegungstag: 4. April 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 18. September 1972

33

Land: V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen: 289783

54

Bezeichnung: Viskositätssteuerung für eine Kunststoff-Formmaschine

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: General Electric Co., Schenectady, N.Y. (V.St.A.)

Vertreter gem. §16 PatG: Schüler, H., Dr. rer.nat., Pat.-Anw., 6000 Frankfurt

72

Als Erfinder benannt: Nelson jun., Philip Harding, Roanoke, Va. (V.St.A.)

DI 2 334 613

Dr. Horst Schüler
Patentanwalt
6 Frankfurt/Main 1
Niddastr. 52

2334613

6. Juli 1973
Vo./cs./he.

2447-21-IYP-2230

GENERAL ELECTRIC COMPANY
1 River Road
Schenectady, N.Y., U.S.A.

Viskositätssteuerung für eine
Kunststoff-Formmaschine

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf Steuerungen für Kunststoff-Formmaschinen und insbesondere auf Steuerungen für Kunststoff-Spritzmaschinen, deren Steuerung die Betriebsparameter der Maschine auf der Basis der Viskosität des geschmolzenen Kunststoffmaterials automatisch einstellt. Bisher wurden Kunststoff-Formmaschinen, und insbesondere die Spritzmaschinen, durch manuelle Einstellung gesteuert. Bei den Anfangseinstellungen baute die Bedienungsperson auf ihrer Erfahrung auf und durch Beobachtung der anschliessenden Arbeitsgänge nahm er Einstellungen in bezug auf verschiedene Betriebsparameter der Maschine vor, um die ausgeformten Teile herzustellen. Somit wird auf einfache Weise deutlich, daß die Anfangseinstellung und die ständige Überwachung des erzeugten Produktes nicht nur einen großen Zeitraum bean-

409814/0801

spruchte, sondern auch die Qualität der Teile war im höchsten Maße abhängig von dem Können des einzelnen Maschinenarbeiters. Mit der steigenden Verwendung von Kunststoffen und den ständig zunehmenden Typen der verwendeten Kunststoffe und des weiteren der Fortentwicklung in den Maschinentypen ist es ständig schwieriger und teurer geworden, erfahrene Operateure für Kunststoff-Formmaschinen zu erhalten.

In der kürzeren Vergangenheit ist es üblich geworden, eine bestimmte Variable auszuwählen und die Maschine gemäß Abweichungen in dieser Variablen zu steuern. Um die Maschine vom menschlichen Operateur weniger abhängig zu machen, ist es beispielsweise bekannt, als Betriebsparameter die Temperatur zu steuern, und es werden dabei verschiedene Betriebsparameter des Systems variiert, um das zu erreichen, was sich durch Erfahrung als richtige Temperatur für die Herstellung der Teile gezeigt hat. Ein anderes bekanntes System für die zunehmende Automation von Kunststoff-Spritzgußmaschinen bestand darin, den Druck in der Formkammer oder unmittelbar daneben zu messen und diese Messung als ein Mittel zur Veränderung des Injektionsdruckes zu verwenden, um dadurch den Spritzendruck innerhalb der Formkammer zu beeinflussen oder zu steuern. Dieses Prinzip ist in dem Artikel mit der Überschrift "Pressure losses in the injection mold" von Donald C. Paulson in der Ausgabe von Modern Plastics, Oktober 1967, und in einer Schrift von Donald C. Paulson und Wesley M. Viilo mit dem Titel "Plastic Pressure Recording Analysis of Injection Molding Machine Pressure Variables" beschrieben, die bei der 26. Annual Technical Conference der Society of Plastics Engineers erschien, die vom 6. - 10. Mai 1968 abgehalten wurde. Beide Systeme stellen zwar Fortschritte in der Automatisierungstechnik von Kunststoff-Formmaschinen dar, beinhalten jedoch gewisse Nachteile dahingehend, daß sie beide einen Betriebsparameter verwenden, der nur einer einer von Vielzahl von Variablen ist, die die Qualität eines Teiles beeinflussen.

In jedem der bekannten Systeme ist jedoch das Fehlen einer Kompensation für die Gesamtheit der Variablen des Materials und der Maschine nachteilig. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß das Material selbst sich sehr stark ändern kann, da verschiedene Kunststofftypen in der gleichen Maschine verwendet werden können. Selbst wenn man annimmt, daß der gleiche Kunststofftyp verwendet wird, sind das Molekulargewicht, Verunreinigungen, Feuchtigkeitsgehalt und Pelletgröße alle Faktoren, die dazu führen, daß ein Material unterschiedlich reagiert. Daneben gibt es eine Anzahl variabler Faktoren in bezug auf die gleiche Maschine, die bewirken, daß die Maschine zu verschiedenen Zeiten unterschiedlich reagiert. Beispielsweise beeinflussen in einer hydraulisch betätigten Maschine die Öltemperatur und die Reinheit den Maschinenbetrieb.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Steuerung für eine Kunststoff-Formmaschine zu schaffen.

Kurz gesagt schafft die vorliegende Erfindung eine Steuerung für eine Kunststoff-Formmaschine, in der ein Fehlerkorrektursignal bei jeder Betätigung der Maschine erzeugt wird. Dieses Signal wird dazu verwendet, die Maschine während dieses oder nachfolgender Arbeitsgänge einzustellen. Die Steuerung sorgt im wesentlichen für die Messung der Viskosität der Kunststoffschmelze, indem zwei Faktoren abgetastet werden, die zur Viskosität in Relation stehen, wie es durch die Poiseuillesche Gleichung festgelegt ist. Diese Gleichung gibt in vereinfachter Form für eine gegebene mechanische Konfiguration an, daß die Viskosität dem Verhältnis von Druck zu Geschwindigkeit proportional ist. Somit kann durch Messung von Geschwindigkeit und Druck in dem System, wobei diese Messungen direkt vorgenommen werden können, die Viskosität, die die Hauptvariablen sowohl von Material als von Maschine widerspiegeln, berechnet und diese berechnete Viskosität verwendet werden, um die Betriebsparameter zu steuern. In dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Maschine des Schneckentyps mit einem erhitzten Zylinder verwendet. Die abgeleitete Viskositäts-

messung wird dazu verwendet, die Schneckeninjektionsgeschwindigkeit, den Rückdruck, der auf die hin- und herbewegbare Schnecke erhalten wird, und die dem Zylinder zugeführte Wärmemenge zu steuern. Jeder dieser Parameter bestimmt die dem geschmolzenen Kunststoff zugeführte Wärmemenge, wobei selbstverständlich ist, daß diese Wärmemenge ein Hauptfaktor bei der Steuerung der Viskosität ist.

Die Erfindung wird nun mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand der folgenden Beschreibung und der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht von einer typischen Kunststoff-Spritzgußmaschine in einer betriebsmäßigen Verbindung mit der erfindungsgemäßen Steuerung, von der ein Teil in Blockform gezeigt ist.

Figuren 2 und 3 sind schematische Darstellungen und zeigen Teile der in Fig. 1 in Blockform gezeigten Steuerung genauer.

In Fig. 1 ist eine insgesamt mit 10 bezeichnete Spritzgußmaschine gezeigt, die einen Zylinder 12 mit einer zentral verlaufenden Bohrung 14 aufweist. An dem einen Ende des Zylinders 12 ist eine Düse 16 angeordnet, die einen geeigneten, nicht gezeigten Ventilmechanismus enthält. Der Zylinder 12 ist von zahlreichen Heizelementen 18 umgeben, die von einer geeigneten Heizelementsteuerung 20 gesteuert werden. Die Heizelemente 18 sind normalerweise elektrische Widerstandsheizelemente und haben hauptsächlich den Zweck, den Zylinder 12 auf einer konstanten Temperatur zu halten, um zu helfen, den richtigen Betrieb der Maschine sicherzustellen. Sie werden aber auch dazu verwendet, wie es im folgenden noch näher erläutert wird, daß sie dazu beitragen, daß zur richtigen Zeit die zweckmäßige oder richtige Viskosität des Materials in dem Zylinder aufrechterhalten wird. Die Heizelemente 18 sind über die Heizelementsteuerung 20 mit einer nicht gezeigten geeigneten Energiequel-

le verbunden, und die den Heizelementen 18 zugeführte Energiemenge wird durch die Heizregelung 20 geregelt. In der Bohrung 14 des Zylinders 12 ist eine rotierende Schnecke 22 angeordnet, die über geeignete Mittel, wie beispielsweise eine Welle 24 und eine Zahnradübersetzung 26, mit einem Motor 28 verbunden ist, wodurch die Schnecke um ihre Längsachse gedreht werden kann. Der Motor 28 wird von einer geeigneten Energiequelle (nicht gezeigt) mittels einer Steuereinrichtung 30 für die Schneckendrehzahl gespeist, wie es insgesamt allgemein bekannt ist. Diesbezüglich sei auch darauf hingewiesen, daß die tatsächliche Methode, um der Schnecke 18 eine Drehbewegung zu geben, hier zu Beschreibungszwecken nur in vereinfachter Form gezeigt ist.

Neben der Rotationsbewegung ist die Schnecke auch für eine lineare Bewegung entlang ihrer Längsachse ausgelegt. Die Vorrichtung, durch die diese Bewegung erreicht wird, ist zu Darstellungszwecken als ein einfaches Hydrauliksystem gezeigt, das einen Zylinder 32 umfaßt, in dem ein Kolben 34 angeordnet ist. Das Strömungsmittelvolumen, das zum Zylinder 32 geliefert wird, ist die Funktion einer Pumpe 31 unter der Steuerung einer geeigneten Hydraulikvolumensteuerung 36. Der Druck des Strömungsmittels in dem System wird durch eine Drucksteuerung 38 gesteuert. Die Drucksteuerung 38 dient dazu, den Druck innerhalb des Hydrauliksystems zu regeln und kann irgendeine geeignete Einrichtung sein, die aber meistens die Form eines Rückschlags- oder Beipäßventiles hat.

Am rechten oder rückwärtigen Abschnitt der Maschine ist ein Trichter 40 angeordnet, um das Kunststoffmaterial, gewöhnlich in der Form von Pellets, in den Zylinder einzuführen. Von dem Trichterende der Maschine wird der Kunststoff durch die Schneckenwirkung der rotierenden Schraube zum Vorderende des Zylinders gebracht. Der Aufbau der Schraube bzw. der Schnecke 22 ist üblicherweise so, daß er eine spiralförmige Rinne 42 aufweist, deren Tiefe vom Trichterende der Schnecke in Richtung auf das Vorder- oder Düsenende abnimmt. Im Betrieb ist es diese Konstruktion, die für

die Hauptquelle der Wärme zum Umwandeln oder Plastizieren des Kunststoffmaterials von der festen Pellet-Form in eine flüssige Form, oder wie es noch üblicher ausgedrückt wird, für die "Schmelze" sorgt. Die Drehbewegung der Schnecke beim Transport des Kunststoffmaterials in Richtung auf das Düsenende der Maschine ruft Scher- und Kompressionskräfte innerhalb des Kunststoffmaterials selbst hervor, die bewirken, daß das Kunststoffmaterial genügend erhitzt wird, um zu schmelzen. Wie bereits ausgeführt wurde, dienen die Heizelemente 18 auch dazu, um Wärme zur Unterstützung des Schmelzens des Materials zu liefern und, wie es im folgenden noch weiter erläutert und beschrieben wird, stellt die Höhe des Druckes, der durch das Hydrauliksystem auf die Schnecke ausgeführt wird, zusätzliche Arbeit für das Material dar, die das Schmelzen des Materials herbeiführt.

Am linken Ende der Schnecke, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, befindet sich ein Bereich 44, der als der Schußvolumenbereich bekannt ist. In Fig. 1 ist die Schnecke in ihrer vordersten Stellung gezeigt. Unter der Drehbewegung der Schnecke wird Kunststoff in den Bereich 44 gebracht. Wenn mehr und mehr Material in diesen Bereich gedrückt wird, hat der dabei entstehende steigende Druck auf die Stirnfläche der Schnecke die Tendenz, die Schnecke zurückzudrücken (d.h. bei den in Fig. 1 gezeigten Relationen nach rechts). Diese Bewegung ist dem Hydrauliksystem der Maschine entgegengesetzt, das von der Drucksteuerung 38 gesteuert wird. Wenn die Schnecke eine vorbestimmte Position erreicht und vor der Schnecke ein Schuß gebildet worden ist, wird die Drehbewegung der Schnecke angehalten. Dieser Schuß wird dann durch die Düse 16 hindurch in eine Form 17 gedrückt, und zwar unter der Einwirkung des Hydrauliksystems, hauptsächlich der hydraulischen Volumensteuerung 36, die auf den Kolben 34 einwirkt, um der Schnecke entlang ihrer Längsachse eine lineare Bewegung zu erteilen. In diesem Abschnitt des Maschinenzyklus arbeitet die Schnecke als eine Stoßvorrichtung oder als ein Kolben.

Bevor eine detaillierte Beschreibung des Steuerteiles gemäß Fig. 1 begonnen wird, wird eine Erläuterung der Darstellung für vorteilhaft gehalten. Alle Pfade sind als Signalpfade gezeigt, um entweder ein analoges oder ein digitales Signal gemäß der folgenden Beschreibung zu übertragen. Weiterhin sei bemerkt, daß verschiedene Potentiometer dargestellt sind und daß zwar keine Leistungsanschlüsse gezeigt sind, die mit diesen Potentiometern verbunden sind, die aber als mit einer geeigneten Energiequelle verbunden zu denken sind, wie es in der Technik allgemein bekannt ist. Weiterhin wurden zwar Potentiometer gezeigt, obwohl es selbstverständlich ist, daß diese Vorrichtungen derart ausgelegt sind, daß sie Signale unterschiedlicher Größe oder Menge gemäß ihren augenblicklichen Einstellungen liefern, und als solche sind sie als repräsentativ für geeignete Vorrichtungen zu betrachten, die solche ähnlichen Funktionen ausführen können. Nach Zweckmäßigkeit können die Signale als entweder positive oder negative Signale ausgedrückt werden, wobei es selbstverständlich ist, daß dieses eine willkürliche Bezeichnung ist, und daß die relativen Polaritäten umgekehrt sein könnten, die Signale könnten unterschiedliche spezielle Werte in bezug auf einen willkürlichen Nullwert aufweisen oder das System könnte unter Verwendung digitaler und/oder analoger Signale ausgerüstet sein.

Es wird nun wieder auf Fig. 1 eingegangen, in der die Steuerschaltung ein Stellungs-Potentiometer 50 mit einem Schleifer 51 aufweist, der durch eine geeignete mechanische Einrichtung, die als ein Kabel 52 dargestellt ist, mit der Schnecke 22 verbunden ist, so daß die Position bzw. Stellung des Potentiometers gemäß der Längsstellung der Schnecke verändert wird. Auf diese Weise wird an der Schleiferklemme 54 ein Signal geliefert, dessen Größe der Stellung der Schnecke 22 in der Bohrung des Zylinders 12 proportional ist. Das Stellungssignal von der Klemme 54 bildet eine Eingangsgröße für eine Differenzierschaltung, die in dem gestrichelten Kästchen 56 gezeigt ist. Die Differenzierschaltung weist einen Kondensator 58 mit einem damit in Reihe geschalteten Verstärker 60 auf, dem ein Widerstand 62 parallel geschaltet ist. Die Ausgangs-

größe des Verstärkers 60 stellt die Geschwindigkeit der Schneckenbewegung dar. Dies bedeutet, daß die Ausgangsgröße des Verstärkers 60 der Geschwindigkeit oder der ersten Ableitung der Stellung proportional ist, d.h. mit anderen Worten gleich d/dt ist. Die Ausgangsgröße des Verstärkers 60 wird durch einen zusätzlichen Verstärker 64 auf einen geeigneten Wert gebracht, dessen Ausgangsgröße die eine Eingangsgröße für einen üblichen analogen Multiplizierer 66 bildet. Die zweite Eingangsgröße in den Multiplizierer 66 ist die Ausgangsgröße von einem zwei Eingänge aufweisenden Operationsverstärker 68. Der erste Eingang zum Verstärker 68 ist der Ausgang des Multiplizierers 66, während die zweite Eingangsgröße ein Signal ist, das von einem Drucksensor 46 abgeleitet wird, der in dem Hydrauliksystem zwischen der Pumpe 31 und dem Zylinder 32 angeordnet ist, um ein Signal zu liefern, dessen Größe dem Druck proportional ist.

Die Anordnung eines Operationsverstärkers und eines Multiplizierers, bei der sich der Multiplizierer in einem Rückkopplungspfad des Operationsverstärkers befindet, wie in Fig. 1 gezeigt, ist bekannt, um eine Ausgangsgröße zu liefern, die dem Quotienten der zwei Eingangsgrößen proportional ist. Somit ist in dem Augenblick, wo die zwei Eingangsgrößen Druck und Geschwindigkeit sind, die Ausgangsgröße aufgrund der Poiseuilleschen Gleichung proportional zur Viskosität (Viskosität \approx Druck/Geschwindigkeit). Deshalb besteht am Ausgang des Verstärkers 68 ein Signal, das ein Maß für die Viskosität des Kunststoffes innerhalb des Zylinders der Maschine 10 ist.

Die Anordnung des Drucksensors in der angegebenen Lage beruht auf der Annahme der Nicht-Kompressibilität von Flüssigkeiten, wobei angenommen wird, daß der Druck innerhalb des Hydrauliksystems der Pumpe identisch ist mit dem Druck des geschmolzenen Kunststoffmaterials innerhalb des Bereiches 44 des Zylinders 12. Tatsächlich ist dies bekannterweise eine falsche Annahme, weil zwar das Hydrauliksystem der Pumpe (normalerweise Öl) im wesentlichen in-

kompressibel ist, das gleiche aber nicht notwendigerweise für das Kunststoffmaterial gilt, das dazu neigt, leicht kompressibel zu sein. Zusätzlich bestehen gewisse Druckverluste innerhalb des mechanischen Systems hauptsächlich aufgrund von Reibung. Für die Mehrzahl der Applikationen ist jedoch der Druck des Gesamtsystems ausreichend gleichförmig, um genaue Messungen zu liefern. Diesbezüglich sei auch darauf hingewiesen, daß, falls eine genauere Messung erforderlich ist, der Drucksensor innerhalb des Bereiches 44 angeordnet sein könnte, um eine direkte Messung des tatsächlichen Druckes der Kunststoffschmelze zu liefern. Die Anordnung des Druckwandlers innerhalb des Bereiches 44 würde jedoch die Tendenz haben, die Lebensdauer des Wandlers zu verkürzen und/oder einen teureren Wandler notwendig machen, da der geschmolzene Kunststoff in diesem Bereich eine sehr nachteilige bzw. feindliche Umgebung darstellt.

Die Ausgangsgröße des Operationsverstärkers 68, die die augenblickliche Viskosität des geschmolzenen Kunststoffmaterials in der Maschine 10 darstellt, bildet die eine Eingangsgröße für einen analogen Vergleicher 70, dessen andere Eingangsgröße vom Schleifer 72 eines Potentiometers 74 abgeleitet wird. Das Potentiometer 74 liefert ein Signal, das als der Viskositätsindex bekannt ist. Dieses Signal ist ein Referenzsignal, das von Hand gemäß den normalen Einstellungsverfahren eingestellt wird und den Viskositätswert darstellt, der dem Operateur durch Erfahrung angezeigt, daß er ein Qualitätsteil liefert. Somit wird am Vergleicher 70 ein Signal zur Verfügung gestellt, das die augenblickliche Abweichung der Viskosität von derjenigen darstellt, die für den vorgeschriebenen oder gewünschten Wert gehalten wird. Diese augenblickliche Abweichung oder das Viskositätsfehlersignal bildet eine Eingangsgröße für eine Injektionsvolumen-Ausgleichsschaltung 77 und liefert auch die eine Eingangsgröße für eine analoge Speicherschaltung 80.

Der Injektionsvolumenausgleich 77, dessen Einzelheiten anhand von Fig. 2 erläutert werden, nimmt das Viskositäts-Fehlersignal zusammen mit Signalen vom Potentiometer 50 über eine Leitung 53 und vom Vergleicher 76 über eine Leitung 75 auf und liefert, nachdem sichergestellt ist, daß sich die Maschine innerhalb vorgeschriebener Grenzen befindet, die die Ausführung einer Korrektur gestatten, ein Ausgangssignal auf einer Leitung 73 zur Hydraulikvolumensteuerung 36. Dieses Signal dient zur Steuerung der Hydraulikvolumensteuerung, um das Volumen am Eingang zum Zylinder 32 zu verändern, der seinerseits die Änderungsgeschwindigkeit oder die Geschwindigkeit beschleunigt oder verlangsamt, mit der sich die Schnecke 22 bewegt, wenn diese ihre Stoßbewegung ausführt, um den geschmolzenen Kunststoff in die Form 17 einzuspritzen.

Die Ausgangsgröße des Potentiometers 50, das, wie bereits ausgeführt wurde, ein Signal liefert, das der Stellung der Schnecke 22 in dem Zylinder 12 proportional ist, dient als eine Eingangsgröße zu einer digitalen Vergleichseinrichtung 76. Die zweite Eingangsgröße zur Vergleichseinrichtung 76 ist die Ausgangsgröße eines Potentiometers 78, das manuell einstellbar ist und das so eingestellt wird, daß es der Vergleichseinrichtung 76 eine Spannung zuführt, die einer vorgeschriebenen Stellung der Schnecke 22 im Zylinder 12 proportional ist. Die Schneckenstellung, die durch die Einstellung des Potentiometers 78 dargestellt ist, ist eine der mehr vorne liegenden Stellungen der Schnecke und entspricht der vordersten Stellung der Schnecke, jenseits der die Viskosität nicht leicht durch Verändern der Schneckengeschwindigkeit verändert wird und hinter der zweckmäßiger andere Parameter verändert werden, um die Viskosität zu steuern. Wenn somit die Ausgangsgröße von der Klemme 54 des Potentiometers ein Signal ist, dessen Größe gleich oder größer ist als die Ausgangsgröße des Potentiometers 78, wodurch angezeigt wird, daß die Schnecke diese vordere Stellung erreicht oder überschritten hat, liefert die Vergleichs-

einrichtung 76 ein Ausgangssignal, das der analogen Speicherschaltung 80 als die zweite Eingangsgröße zugeführt wird. Das gleiche Signal bildet über eine Leitung 75 die eine Eingangsgröße zum Injektionsvolumenausgleich 77. Die Zwecke für diese Maßnahme werden im folgenden noch beschrieben.

Wenn die Vergleicheinrichtung 76 ein Ausgangssignal liefert, das anzeigt, daß die Schnecke eine vorgeschriebene Stellung erreicht hat, wird das Fehlersignal von der Vergleichseinrichtung 70 in den analogen Speicher 80 eingeführt, der dann für die Beibehaltung des Viskositäts-Fehlersignales sorgt. Auf Wunsch kann ein Meßgerät 82 mit dem Ausgang des analogen Speichers verbunden sein, um für eine visuelle Anzeige der Größe dieser Ausgangsgröße zu sorgen.

Die Ausgangsgröße des analogen Speichers 80 wird wiederum einer Zonenerhitzer- und Rückdruck-Ausgleichsschaltung 84 zugeführt, deren Einzelheiten in Verbindung mit Fig. 3 beschrieben werden. Die Ausgangsgröße dieser letzten Schaltung bildet eine Eingangsgröße zur Heizelementsteuerung 20, um die durch die Heizelemente 80 gelieferte Wärmemenge zu steuern. Die Schaltung 84 liefert eine weitere Ausgangsgröße, die ein Steuersignal für die Drucksteuerung 38 bildet, um den Betrieb dieser Einrichtung zu bewirken. Es sei darauf hingewiesen, daß die Heizelementsteuerung 20, die Hydraulikvolumensteuerung 36 und die Drucksteuerung 38 alle variable Steuerungen sind und daß jede dieser Steuerungen neben den Eingängen des vorliegenden Systems Mittel aufweist, um am Anfang seine Einstellung einzustellen, damit für eine Anfangsbetriebsstellung gesorgt ist. Diese Mittel sind in Fig. 1 als Potentiometer 21, 35 und 37 dargestellt, die Eingänge zu den Steuerungen 20, 36 bzw. 38 bilden. Das Potentiometer 35 liefert auch eine Eingangsgröße zum Injektionsvolumenausgleich 77 über eine Leitung 39. Schließlich ist aus Fig. 1 noch eine Leitung 86 ersichtlich, die zur Übertragung eines Signales, das den Beginn der Schneckenrotation anzeigt, von der Schneckendrehzahlsteuerung 30 zur Schaltung 84 dient.

Die Einzelheiten des Injektionsvolumenausgleichs 77 und der Art und Weise, in der dieser arbeitet, um die Hydraulikvolumensteuerung 36 zu verändern, um dadurch den Geschwindigkeitsfaktor der Viskositätsmessung innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen des Maschinenbetriebs zu steuern, sind aus Fig. 2 ersichtlich. Wie dort gezeigt ist, enthält der Injektionsvolumenausgleich 77 einen Zeittaktgenerator 90, der ein frei laufender Multivibrator sein kann, um eine Reihe von Impulsen einem variablen Univibrator 92 zuzuführen. Der variable Univibrator 92 kann in bekannter Weise aufgebaut sein, indem er aus einem monostabilen Multivibrator besteht, der einstellbar ist, um auf jedes Eingangssignal hin ein Ausgangssignal variabler Länge zu liefern. Die Ausgangsgröße des Univibrators 92 bildet die eine Eingangsgröße zu einem AND-Gatter 94 und dient zur Ansteuerung bzw. Befähigung dieses AND-Gatters für eine vorgeschriebene Zeitlänge für jeden Zeitimpuls. Die zweite Eingangsgröße zum AND-Gatter 94 ist die Ausgangsgröße eines AND-Gatters 96, dessen erste Eingangsgröße die Inversion des Signales auf der Leitung 75 von der Vergleichseinrichtung 76 (s. Fig. 1) ist. Die zweite Eingangsgröße zum AND-Gatter 96 ist die Ausgangsgröße einer digitalen Vergleichseinrichtung 98, die eine erste Eingangsgröße von einem Potentiometer 100 aufweist, das manuell einstellbar ist, um eine Ausgangsspannung zu liefern, die die rückwärtigste Position der Schnecke 22 darstellt, bei der eine Geschwindigkeitskorrektur vorgenommen werden kann. Die andere Eingangsgröße zur Vergleichseinrichtung 98 ist das Positionssignal, das von dem Potentiometer 50 (Leitung 53) abgeleitet wird, so daß die Vergleichseinrichtung 98 immer dann ein digitales Ausgangssignal liefert, wenn sich die Schnecke auf einer Position befindet oder diese überschreitet, die der rückwärtigsten Position der Vorwärtsbewegung dieser Schnecke entspricht, während der eine Korrektur vorgenommen werden kann. Die Ausgangsgröße des AND-Gatters 96 ist deshalb positiv während derjenigen Zeitperiode, in der sich die Schnecke zwischen zwei vorgeschriebenen linearen Positionen in dem Zylinder befindet.

Die Ausgangsgröße des Gatters 94 dient, wenn sie positiv ist, als ein Steuersignal für eine Integrier- und Speicherschaltung 101, die diesen Schaltkreis während vorgeschriebener Abschnitte des Betriebszyklus der Spritzgußmaschine befähigt.

Eine weitere Eingangsgröße zu der Integrier- und Speicherschaltung 101 bildet das Viskositäts-Fehlersignal aus der Vergleichseinrichtung 70, wobei dieses Signal auch ein Eingangssignal für eine Vergleichsschaltung 102 ist, deren zweite Eingangsgröße von einem einstellbaren Potentiometer 104 kommt. Das Potentiometer 104 kann auf einen vorgeschriebenen Wert gemäß der Auslegung des Systems derart eingestellt sein, daß die Ausgangsgröße der Vergleichseinrichtung 102 zwei Signale umfaßt, nämlich ein erstes (Fehler+), das angibt, daß der Viskositätsfehler positiv ist in bezug auf die Bezugsgröße aus dem Signal vom Potentiometer 104, und die zweite (Fehler-) Ausgangsgröße, die angibt, daß der Fehler bezüglich der Bezugsgröße negativ ist. Durch geeignete Auslegung des Systems kann das Potentiometer 104 eliminiert und der Viskositätsfehler mit einem gewissen, leicht festzulegenden Wert verglichen werden, der beispielsweise Erd- bzw. Massepotential sein kann. Im allgemeinen Sinne ist dies jedoch eine willkürliche Auswahl und die Bezugsgröße wird deshalb als ein Potentiometer 104 dargestellt. Die positiven und negativen Fehlersignale an der Vergleichseinrichtung 102 werden auf entsprechende Weise jedem der zwei AND-Gatter 106 und 108 als Eingangsgrößen zugeführt. Die zweiten Eingangsgrößen von jedem dieser AND-Gatter 106 und 108 sind die Ausgangsgrößen von zwei Vergleichsschaltungen 110 und 112. Die Vergleichsschaltungen 110 und 112 nehmen jeweils eine Eingangsgröße vom Ausgang der Integrier- und Speicherschaltung 101 auf. Eine zweite Eingangsgröße in jede der Vergleichsschaltungen 110 und 112 wird als eine Volumenvergleichsgröße bezeichnet, die ein Signal ist, das über eine Leitung 39 von der hydraulischen Volumensteuerung kommt und die Volumenvergleichsgröße der Einstellung der hydraulischen Volumensteuerung

ist, die durch das Potentiometer 35 dargestellt ist. Die Vergleichsschaltung 110 wird als die positive Grenze und die Vergleichsschaltung 112 ist als die negative Grenze bezeichnet. Somit werden am Ausgang dieser zwei Vergleichsschaltungen Signale geliefert, die ein Maß für die positiven und negativen Abweichungen von der Volumenreferenzgröße sind, durch die die Steuerung für das Pumpvolumen betätigt werden kann, und diese zwei Ausgangsgrößen werden auf entsprechende Weise als Eingangsgrößen den zwei AND-Gattern 106 und 108 zugeführt.

Jedes der AND-Gatter 106 und 108 liefert, wenn es befähigt ist, eine Ausgangsgröße an die Integrier- und Speicherschaltung 101, die zur Sperrung dieser Schaltung dient.

Die Wirkungsweise der Injektionsvolumen-Ausgleichsschaltung 77, die in Fig. 2 im einzelnen dargestellt ist, ist wie folgt. Wenn ein Viskositäts-Fehlersignal vom Ausgang der Vergleichsschaltung 70 (s. Fig. 1) auftritt, wird der Integrier- und Speicherschaltung 101 ein analoges Signal mit einer solchen Größe bzw. Amplitude zugeführt, die der Größe des Viskositätsfehlers entspricht. Unter der Annahme, daß die Schnecke zwischen den zwei vorgeschriebenen Punkten in dem Injektionszyklus angeordnet ist, wird das AND-Gatter 96 derart angesteuert, daß beim Auftreten einer positiven Ausgangsgröße aus dem variablen Univibrator 92 das AND-Gatter 94 angesteuert ist, um somit die Integrier- und Speicherschaltung 101 anzusteuern und dieser zu gestatten, den analogen Viskositätsfehler zu integrieren und zu speichern, wenn die Integrier- und Speicherschaltung 101 nicht durch eine Ausgangsgröße entweder vom AND-Gatter 106 oder AND-Gatter 108 gesperrt ist. Das AND-Gatter 106 liefert eine positive Ausgangsgröße, falls der Viskositätsfehler, wie er der Vergleichsschaltung 102 zugeführt ist, positiv ist in bezug auf die Referenzgröße vom Potentiometer 104 und die Ausgangsgröße der Integrier- und Speicherschaltung eine ausreichende Größe besitzt, um für das

positive Begrenzungssignal von der Vergleichsschaltung 110 zu sorgen. Wenn in ähnlicher Weise der Viskositätsfehler negativ ist, wie es durch die Ausgangsgröße von der Vergleichsschaltung 102 angegeben wird, und der Wert der Integrier- und Speicherschaltung über den vorgeschriebenen Wert hinaus negativ ist, so daß ein Ausgangssignal von der Vergleichsschaltung 112 gebildet wird, ist das AND-Gatter 108 eingeschaltet, um die Integrier- und Speicherschaltung 101 zu sperren. Dieses System setzt im Grunde eine Grenze für den Wert, auf den die Integrier- und Speicherschaltung 101 gehen kann, und stellt infolgedessen sowohl eine positive als auch eine negative Grenze in bezug auf einen Einstellpunkt dar, der als ein Ausgleichs-Steuersignal über die Leitung 73 zur Pumpvolumensteuerung 36 geleitet werden kann. Es ist selbstverständlich zu berücksichtigen, daß selbst dann, wenn die positive Grenze erreicht worden ist, was durch eine Ausgangsgröße von der Vergleichsschaltung 110 angezeigt wird, wenn das Fehlersignal von positiv nach negativ wechselt in bezug auf die zugeführte Referenzgröße, keine Sperrung der Integrier- und Speicherschaltung 101 bewirkt wird. In ähnlicher Weise wird, wenn eine negative Grenze erreicht worden ist und der Fehler von negativ nach positiv wechselt, keine Begrenzung herbeigeführt. Somit wird eine Ausgangsgröße von der Integrier- und Speicherschaltung geliefert, die einem Skalierungswiderstand 114 zugeführt wird, die ein Signal ist, das sowohl eine Größe als auch eine relative Richtung aufweist. Dieses Signal, das sich auf eine Spannung über dem Widerstand 114 beläuft, wird mittels eines Gleitkontaktes 116 abgegriffen und über die Leitung 73 als ein Ausgleichssignal der Hydraulikvolumensteuerung zugeführt. Dieses Signal dient dazu, den Wert (rate) der Hydraulikvolumensteuerung 36 im Verhältnis und in der Richtung zu dem Signal zu verändern, das auf dieser Leitung erscheint, um eine Änderung in der Hydraulikvolumensteuerung und somit in der Ausgangsgröße des Hydraulikvolumens herbeizuführen. Mit einer Änderung in der Ausgangsgröße des Hydraulikvolumens wird eine Änderung in der Geschwindigkeit der Schnecke

herbeigeführt, wenn sich diese in ihrem Stoßvorgang nach vorne bewegt. Ferner kann, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, falls eine visuelle Anzeige des Signales erwünscht ist, ein Meßgerät 120 mit der Leitung 73 verbunden sein.

Die Einzelheiten des Zonenerhitzers- und Gegendruckausgleiches 84 sind in Fig. 3 gezeigt. Gemäß dieser Figur wird einem variablen Univibrator 122 ein Eingangssignal "Beginne Schraubenrotation" zugeführt. Dieses Signal wird von der Schneckendrehzahlsteuerung durch eine geeignete Vorrichtung abgeleitet, die zu der Arbeitsfolgeschaltung der Maschine gehört. Es zeigt an, daß die Drehbewegung der Schnecke 22 begonnen hat. Die Ausgangsgröße des Univibrators 122 bildet eine steuernde Eingangsgröße für eine Integrier- und Speicherschaltung 124. Eine zweite Eingangsgröße zur Integrier- und Speicherschaltung 124 ist das gespeicherte Viskositäts-Fehlersignal aus dem analogen Speicher 80 (s. Fig. 1). Somit wird das gespeicherte Viskositäts-Fehlersignal, das auf der Eingangsleitung zur Schaltung 124 erscheint, über einer Periode integriert, die durch die Länge des Ausgangsimpulses aus dem variablen Univibrator 122 bestimmt wird. Von der Integrier- und Speicherschaltung 124 werden drei Ausgangsgrößen geliefert. Zwei dieser Ausgangsgrößen sind auf entsprechende Weise mit "MAX" und "MIN" bezeichnet und stellen festgelegte Grenzwerte für einen maximalen und minimalen Wert der Integrier- und Speicherschaltung dar, über denen eine Integration erfolgen sollte. Diese zwei Signale bilden Eingangsgrößen zu einem OR-Gatter 126 und auf entsprechende Weise ferner Eingangssignale zu zwei AND-Gattern 142 und 144. Die zweiten Eingangsgrößen zu den Gattern 142 und 144 sind die Signale Fehler+ und Fehler-, die durch nicht gezeigte, geeignete Mittel von der Speicherschaltung 102 des Injektionsvolumens-Ausgleiches 77 gespeichert worden sind. Somit sperrt ähnlich wie bei dem, was in bezug auf die Integrier- und Speicherschaltung 101 gemäß Fig. 2 beschrieben wurde, wenn die Integrier- und Speicherschaltung 124 eine maximale Grenze er-

reicht hat und das Viskositäts-Fehlersignal positiv ist, das Ausgangssignal des AND-Gatters 142 die Schaltung 124. Wenn die Integrier- und Speicherschaltung 124 eine minimale Grenze erreicht hat und das Viskositäts-Fehlersignal negativ ist, sperrt die Ausgangsgröße des AND-Gatters 144 die Schaltung 124.

Im Betrieb integriert, solange die Integrier- und Speicherschaltung 124 innerhalb der Grenzen ist, die durch die "MAX-" und "MIN-" Signale festgelegt sind, die Schaltung weiterhin das gespeicherte Viskositäts-Fehlersignal für die Länge des Impulses aus dem Univibrator 122. Die Ausgangsgröße der Schaltung 124 wird einem Widerstand 130 zugeführt, der einen gleitenden Abgriff aufweist, um der Drucksteuerung 38 (s. Fig. 1) über die Leitung 146 eine Ausgangsgröße zuzuführen. Der Widerstand 170 mit seinem gleitenden Abgriff hat die Aufgaben, für eine Bereichssteuerung zu sorgen und das Signal auf einen Wert zu skalieren, der für eine Verwendung in der Drucksteuerung 38 geeignet ist. Auf Wunsch ist ferner ein Meßgerät 132 vorgesehen, um für eine visuelle Anzeige der Größe des Drucksteuersignales zu sorgen. Dieses der Drucksteuerung zugeführte Signal dient während desjenigen Maschinenzyklus, der demjenigen folgt, während dem die Viskositätsmessung vorgenommen wurde, zur Regelung des Druckes in dem hydraulischen Pumpsystem, um somit der Schneckenrotation mit einem größeren oder kleineren Druck entgegenzuwirken, um die mechanische Wärme herbeizuführen, die dem Material zugeführt wird. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Temperatur des geschmolzenen Materials ein Hauptfaktor bei der Bestimmung seiner Viskosität ist. Die Größe dieser Änderung oder Abweichung ist selbstverständlich abhängig von der Größe des der Leitung 146 zugeführten Signales.

Bei den meisten Systemen ist normalerweise eine praktische Grenze gesetzt, über die hinaus die verschiedenen Elemente nicht verändert werden können, um die Steuerung innerhalb des Systems her-

beizuführen. Deshalb enthält Fig. 3 die zusätzliche Darstellung von Mitteln zum Einstellen der Heizelementsteuerung 20, um somit eine Änderung der Viskosität zu unterstützen, indem die Wärmemenge verändert wird, die dem geschmolzenen Material durch die Zylinderheizelemente zugeführt wird. Wie bereits ausgeführt wurde, bilden die MAX- und MIN-Ausgangsgrößen aus der Integrier- und Speicherschaltung 124 Eingangsgrößen für das OR-Gatter 126. Die Ausgangsgröße dieses Gatters dient als die eine Eingangsgröße zu einem zwei Eingänge aufweisenden AND-Gatters 128. Die zweite Eingangsgröße zum AND-Gatter 128 ist das Signal "Beginne Schneckenrotation", welches bereits beschrieben wurde. Wenn somit die Integrier- und Speicherschaltung die eine ihrer Grenzen erreicht hat, wird beim Auftreten des Signales "Beginne Schraubenrotation" das AND-Gatter 128 angesteuert bzw. eingeschaltet, um seinerseits einen variablen Univibrator 134 anzusteuern bzw. zu befähigen, der einen Impuls mit vorgeschriebenem Verlauf an eine Integrier- und Speicherschaltung 136 liefert, um somit diese Schaltung anzusteuern. Eine zweite Eingangsgröße in die Integrier- und Speicherschaltung 136 ist das gespeicherte Viskositäts-Fehlersignal aus dem analogen Speicher 80 (s. Fig. 1). Somit wird dieses Signal in der Schaltung 136 auf einen Wert integriert, der von der Zeitlänge der Ausgangsgröße des Univibrators 134 abhängig ist. Das integrierte Signal wird dann gespeichert und als ein Signal beibehalten, das in einer ähnlichen Weise, wie sie bereits beschrieben wurde, einem Potentiometer 138 mit einem Gleitkontakt zugeführt wird. Die Ausgangsgröße des Potentiometers 138 ist über eine Leitung 141 ein Eingangssignal zu der Heizelementsteuerung 20, das gemäß seiner Größe und Polarität dazu dient, die zu Beginn erfolgte Steuereinstellung zu verschieben, um somit die Temperatur der Heizelemente 18 um den Zylinder 12 herum zu erhöhen oder zu senken. Wiederum kann ein Meßgerät 140 vorgesehen sein, um auf Wunsch für eine visuelle Anzeige der Größe des Signales zu sorgen.

Somit ist ersichtlich, daß eine Steuerung für eine Kunststoff-Formmaschine geschaffen worden ist, die gemessenen Druck und gemessene Geschwindigkeit verwendet, um einen Viskositätswert für das bearbeitete Material zu berechnen. Dieser Viskositätswert wird dazu benutzt, vorgeschriebene Betriebsparameter der Maschine zu steuern, die ihrerseits dazu dienen, die Menge der dem Kunststoffmaterial zugeführten Wärme zu verändern, um die entsprechenden Änderungen in der Viskosität des Materials herbeizuführen.

Auch wenn die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung beschrieben wurde, so stehen dem Fachmann innerhalb der gegebenen Lehren verschiedene Abwandlungen zur Verfügung. Beispielsweise wird in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel die Hydraulikvolumensteuerung kontinuierlich während einer vorgeschriebenen Betriebsperiode verändert, in der die Schnecke als eine Stoßvorrichtung dient, während die Drucksteuerung und die Heizelementsteuerung für den nächsten Maschinenzyklus eingestellt werden. Modifikationen für diese spezielle Abfolge sind auf einfache Weise erzielbar, indem die entsprechenden Einstellungen selektiv kontinuierlich während des Zyklus, zu einer gegebenen Zeit innerhalb des Zyklus oder am Ende eines Zyklus vorgenommen werden, so daß der Einstellungseffekt nur auf nachfolgende Zyklen wirkt. Es ist auch möglich, daß andere Betriebsparameter auf die Viskositätsermittlung hin verändert werden. Ein Beispiel für die Steuerung einer derartigen Variablen, das in dem gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispiel nicht dargestellt worden ist, besteht darin, die Drehgeschwindigkeit der Schnecke gemäß der Viskositätsermittlung zu verändern, um die effektive Wärmemenge zu verändern, die dem Material in diesem Abschnitt des Maschinenzyklus zugeführt wird. Darüber hinaus sind die Prinzipien der vorliegenden Erfindung zwar anhand einer Spritzgußmaschine erläutert worden, sie haben jedoch eine gleiche Anwendbarkeit auf andere Maschinentypen, wie z.B. Extrudierungsmaschinen, bei denen wiederum

eine Geschwindigkeit und ein Druck besteht, die zu dem geschmolzenen Material gehörig sind und die dazu benutzt werden können, für eine Viskositätsmessung zu sorgen, die ihrerseits zur Ausführung einer Betriebssteuerung dienen kann.

A n s p r ü c h e

1. Steueranordnung für eine Kunststoff-Formmaschine des Typs, bei der ein Kunststoffmaterial durch Energiezufuhr durch eine zur Maschine gehörige variable Vorrichtung geschmolzen gemacht wird, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Einrichtung zur Ermittlung der Viskosität des geschmolzenen Kunststoffes in der Maschine und zur Lieferung eines dazu proportionalen Ausgangssignals und

eine Steuervorrichtung, die auf das Ausgangssignal anspricht, so daß eine Änderung in der variablen Vorrichtung herbeiführbar ist, durch die die dem Material zugeführte Energiemenge veränderbar und dadurch die Viskosität des Materials veränderbar ist.
2. Steueranordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß die Einrichtung zur Bestimmung der Viskosität Mittel zur Lieferung von Signalen umfaßt, die den Druck- und Geschwindigkeitsparametern proportional sind, die zu dem geschmolzenen Kunststoffmaterial gehören.
3. Steueranordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß die variable Vorrichtung zahlreiche Mittel zur Zufuhr von Energie zu dem Kunststoffmaterial aufweist und die Steuervorrichtung selektiv Änderungen in der Energiemenge herbeiführt, die durch die zahlreichen Mittel zugeführt ist.

4. Steueranordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Formmaschine eine Spritzgußmaschine mit einer Kunststoffversorgung ist, ein Zylinder (12) eine zentral verlaufende Bohrung (14) aufweist, die mit der Kunststoffquelle in Verbindung steht, in der Bohrung (14) eine Schnecke (22) angeordnet ist, die sowohl für eine Dreh- als auch eine Längsbewegung innerhalb der Bohrung (14) ausgelegt ist, so daß unter den Dreh- und Längsbewegungen der Schnecke (22) dem Material Energie zuführbar ist, das geschmolzen gemacht wird und einer zur Maschine (10) gehörigen Form (17) zugeführt wird, weiterhin eine erste steuerbare Vorrichtung (30) zur Herbeiführung der Drehbewegung der Schnecke (22), eine zweite steuerbare Vorrichtung/⁽³⁶⁾ zur Aufrechterhaltung eines Druckes auf die Schnecke (22) bei ihrer Drehbewegung entgegengesetzt zu dem durch das geschmolzene Kunststoffmaterial entwickelten Druck und eine dritte steuerbare Vorrichtung (38) vorgesehen sind zur Herbeiführung der Längsbewegung der Schnecke (32) mit einer vorgeschriebenen Geschwindigkeit, ferner durch Mittel zur Bestimmung der Viskosität des geschmolzenen Kunststoffmaterials in dem Zylinder und zur Erzeugung eines dazu proportionalen Viskositätssignales und durch Mittel, die zwischen der Einrichtung zur Bestimmung der Viskosität und den zweiten und dritten steuerbaren Vorrichtungen angeordnet sind, zur Entwicklung erster und zweiter Steuersignale auf das Viskositätssignal hin, wobei die zweiten und dritten steuerbaren Vorrichtungen auf entsprechende Weise auf die ersten und zweiten Steuersignale ansprechen zur selektiven Herbeiführung von Änderungen im Druck und in der Geschwindigkeit.

5. Steueranordnung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die dritte steuerbare Vorrich-

tung (38) eine Änderung der Geschwindigkeit auf das zweite Steuersignal hin während derjenigen Zeitperiode herbeiführt, in der die Schnecke in Längsrichtung bewegt ist, und die zweite steuerbare Vorrichtung (36) eine Änderung des Druckes herbeiführt, unter dem die Schnecke in einem Maschinenzklus gehalten wird, der der Erzeugung des Viskositätssignals als nächster folgt.

6. Steueranordnung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß ferner eine zum Zylinder gehörige Heizeinrichtung (18) zur Zuführung von Wärme zu dem Kunststoffmaterial in dem Zylinder, eine vierte steuerbare Vorrichtung (20) zur Steuerung der Wärmemenge, die der Heizeinrichtung zugeführt ist, und Mittel innerhalb der Mittel dazwischen vorgesehen sind zur Entwicklung eines dritten Steuersignales zur Herbeiführung einer Änderung der Ausgangsgröße der vierten steuerbaren Vorrichtung (20), so daß die der Heizeinrichtung zugeführte Wärmemenge veränderbar ist.
7. Steueranordnung nach Anspruch 6, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß die vierte steuerbare Vorrichtung (20) eine Änderung in der Ausgangsgröße der Heizeinrichtung auf das dritte Steuersignal hin in einem Maschinenzklus herbeiführt, der der Erzeugung des Viskositätssignales als nächster folgt.
8. Verfahren zur Steuerung einer Kunststoff-Formmaschine, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Maschine Kunststoffmaterial zugeführt wird, dem Material Energie zugeführt wird, um es geschmolzen zu machen, die Viskosität des geschmolzenen Materials bestimmt wird und die Menge der dem

2334613

- 24 -

Materi ugeführten Energie auf die ermittelte Viskosität hin verändert wird.

409814/0801

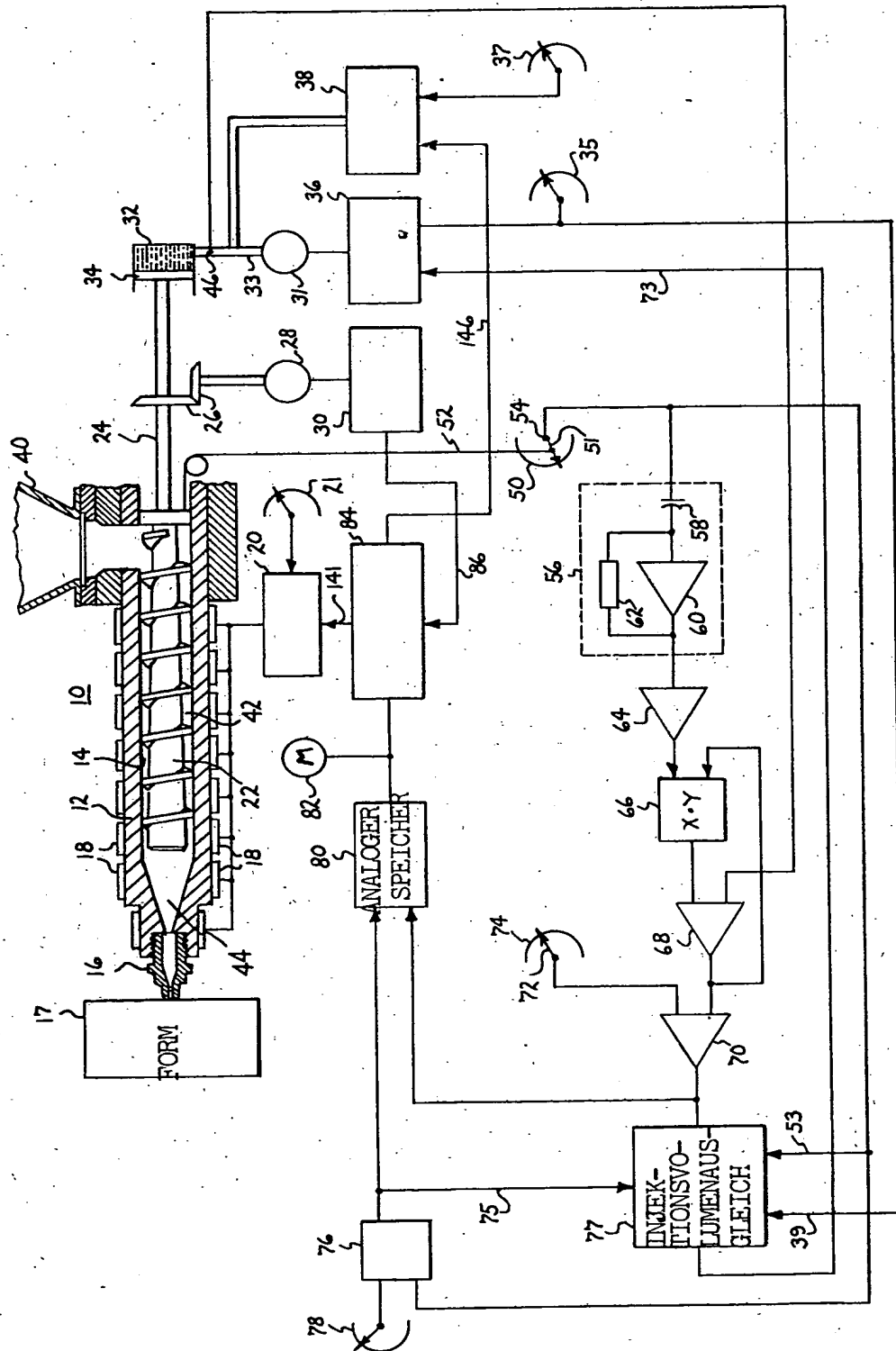


FIG. 1

39a4 1-08 AT:7.7.73 OT:4.4.74

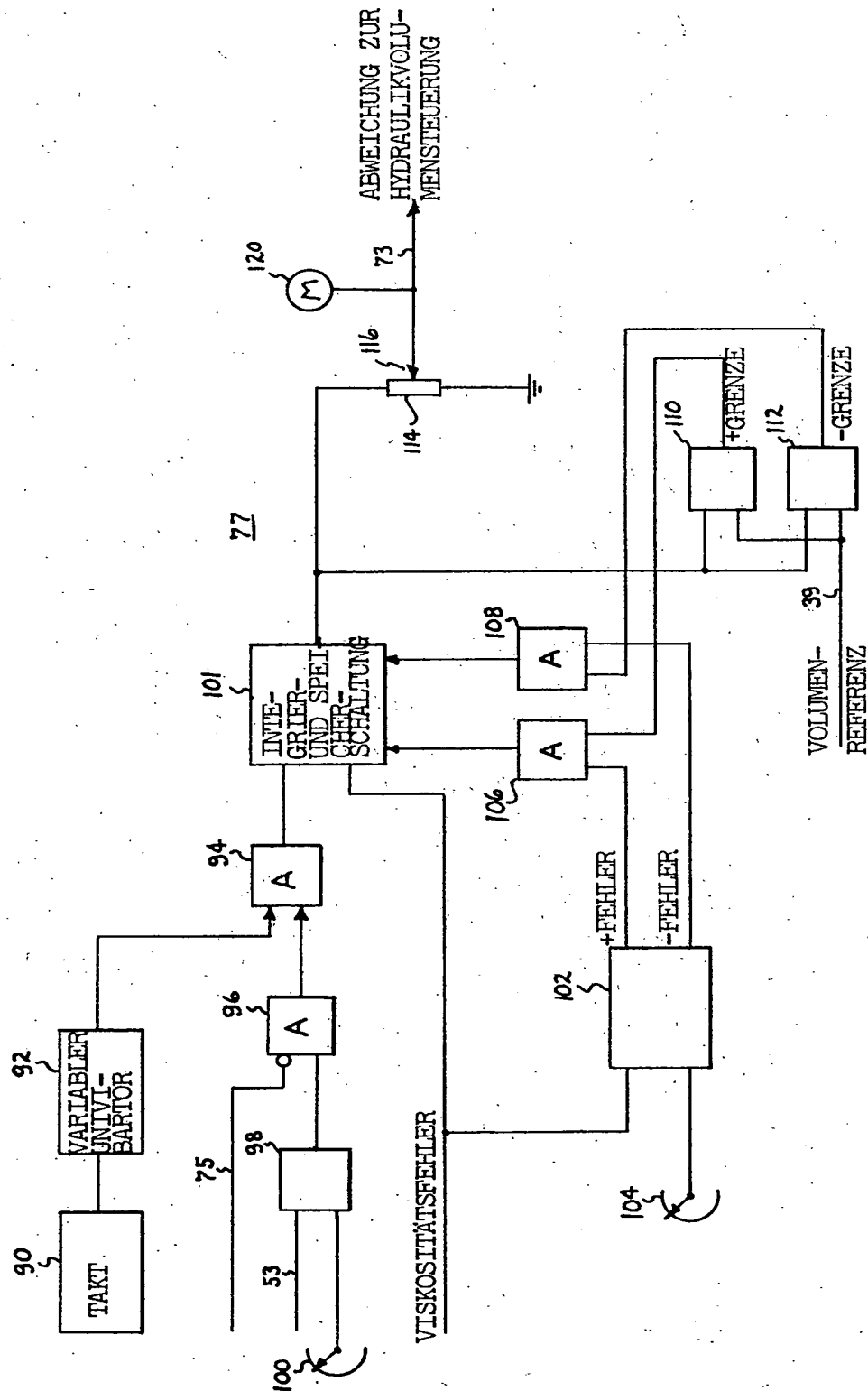


FIG. 2

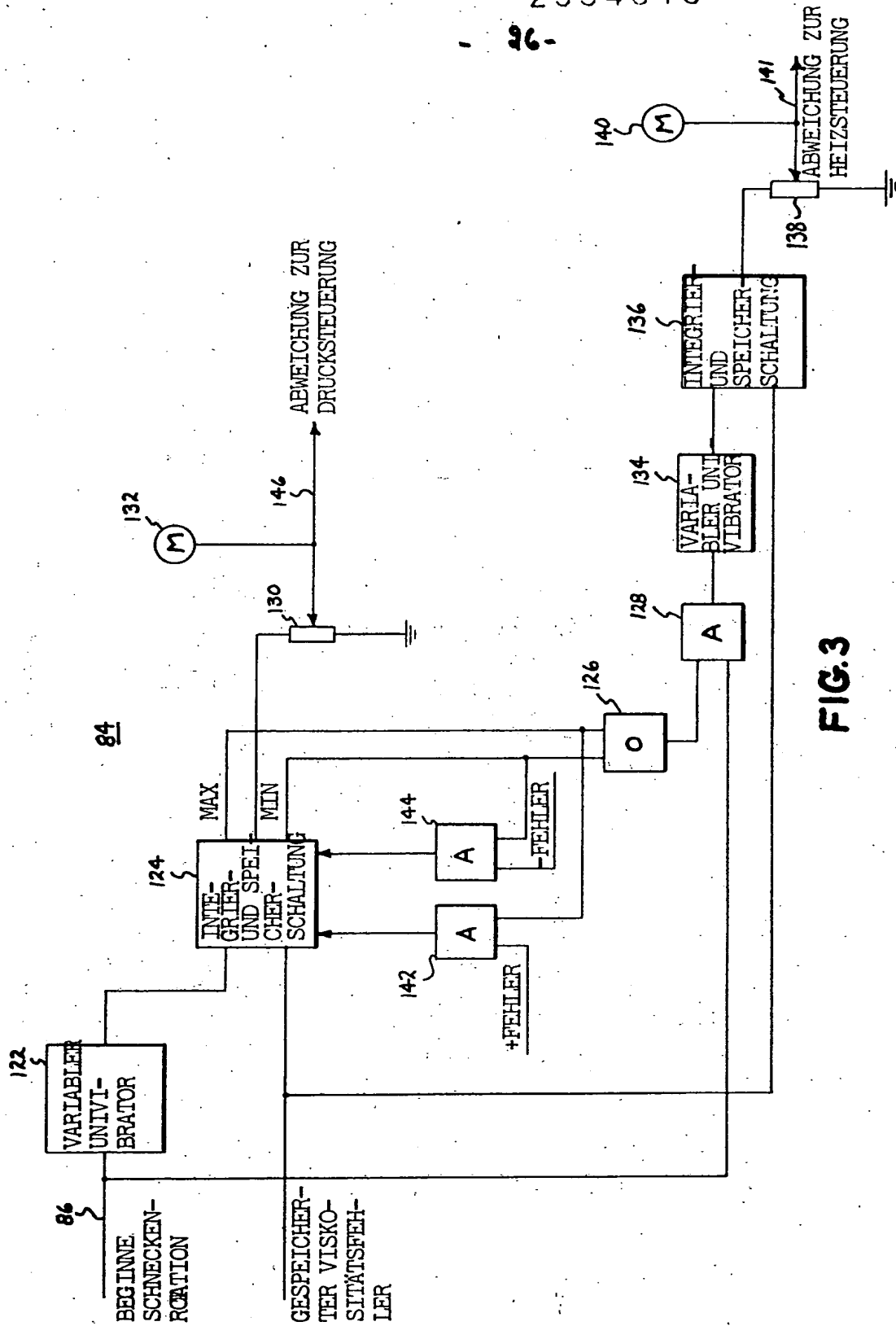


FIG. 3